



Рисунок. Робочий інтерфейс програми „Генератор завдань”

Слід зазначити, що більшість існуючих програм пропонує генерувати лише завдання для подальшого друкування. Наявність окремого твердого варіанту при проведенні контролю має ряд переваг, але є й

недоліки. Викладачеві доводиться перевіряти не два варіанти а набагато більше [4]. При інтерактивній системі навчання цей недолік усувається. Тобто, існує потреба в створенні інтерактивних систем, де задача діалогу зі студентом та перевірка виконання покладені на комп'ютер. А це потребує параметризації не лише завдання, але й процесу перевірки. На даний час авто-рами ведеться робота з реалізації цього процесу.

Література

1. Алексеев А.Н. Дистанционное обучение инженерным специальностям / А.Н. Алексеев. – Сумы: ИТД „Университетская книга”, 2005. – 333 с.
2. Руководство администратора КОМПАС-3D V10. – [Электронный ресурс]. – [Цит. 19.11.2008 г.]. – Режим доступа: http://www.ascon.ru/documents/Admin_Guide.pdf. – Загол. з екрану.
3. Журавлева Т.Э. Гибридный инструментальный интеллектуальных систем на основе расширенного логического программирования: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. ф.-м. наук: 01.05.03 „Математические машины и системы” / Т.Э. Журавлева. – М.: МАИ, 1993. – 20 с.
4. Шестаков А.П. Генерация дидактических материалов по математике. – [Электронный ресурс]. – [Цит. 02.09.2008 г.]. – Режим доступа: <http://www.infanata.com/math/Generation.pdf>. – Загол. з екрану.

УДК 504.064

КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ

Т. В. Бойко

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів
Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут»
пр. Перемоги, 37, г. Київ, Україна, 03056
Контактний тел. : (044) 241 -76-12

Розглянуті питання використання індексних показників як основи для визначення прогнозного рівня ризику впливу техногенного об'єкта на навколишнє природне середовище на етапі проектування. Представлений метод пропонує поєднувати імовірнісний і індексний способи для оцінки техногенної безпеки об'єктів, що відповідає діючій системі нормування, і дає можливість визначити прогнозне значення ризику в умовах невизначеності

Вступ

Розвиток суспільства на сучасному етапі все в більш зіштовхується із проблемами забезпечення безпеки й захисту людини й навколишнього природного середовища. Наслідком усе більше зростаючого антропогенного впливу на навколишнє природне середовище й інтенсифікації використання природних ресурсів, але

не завжди раціонального й без дотримання належних заходів техногенної безпеки, у багатьох країнах світу проявляється стійка тенденція до росту кількості важких промислових аварій і руйнівних стихійних явищ. Підготовка комплексних рішень для узгодження суперечливих умов економічного розвитку й безпечного функціонування промислових об'єктів являє собою необхідну передумову національної безпеки кожної

країни [1]. А це безумовно забезпечить реалізацію концепції стійкого розвитку суспільства.

Значне місце в проблемі забезпечення промислової і екологічної безпеки займає оцінка безпеки. Для цього використовуються кількісні показники, які надають змогу проводити обґрунтований аналіз і приймати рішення щодо техногенної безпеки промислового об'єкта.

1. Загальна характеристика кількісних показників техногенної безпеки

Безпосередньо кількісний показник визначається методом, який вибирається для застосування. Для розв'язання цих проблем використовують методи математичної статистики, теорії ймовірності, експертні системи, індексні показники, методи і моделі штучного інтелекту і таке інше. Слід зауважити, що вирішальним є те яка вихідна інформація присутня – кількісна чи якісна, і яка невизначеність їй притаманна.

Статистичні методи дозволяють давати досить точну оцінку ризику і мають властивість знижувати рівень невизначеності відносно показника ризику по мірі накопичування експериментальних даних [2-4]. Але з допомогою цих методів досить важко отримати об'єктивну оцінку можливих наслідків порівняно рідких аварій, ризик від яких для населення характеризується математичним очікуванням наслідків. І практично неприйнятні на етапі проектуванні, оскільки потребують побудову інтегральної функції розподілу втрат.

Складність використання статистичних методів також пов'язана з необхідністю об'єднання різномірних показників безпеки життєдіяльності для порівняльної оцінки небезпеки регіонів, які, в свою чергу, відрізняються географічним положенням, площею, густиною населення, природними умовами, рівнем економічного розвитку, станом промислових об'єктів і їх інфраструктурою.

Недоліками ймовірнісного методу є його громіздкість і трудомісткість, він потребує велику кількість вихідних даних, що в кінцевому рахунку приводить до низької точності отримуваних результатів. При відсутності апробованих математичних моделей і достатньо достовірних вихідних даних, а також при впливі на можливість реалізації аварії великої кількості вихідних даних, що важко формалізуються застосування ймовірнісних методів майже неможливе.

Використання математичного апарату теорії ймовірності і математичної статистики ускладнюється низькою точністю та нечіткістю вихідних даних по факторах, що впливають на безпечне функціонування об'єкту.

При цьому оцінюється ризик, як правило, аварії за відповідним сценарієм, в той час коли в нормальних умовах експлуатації значення ризику, особливо, по відношенню к навколишньому природному середовищу не визначається [2].

Експертний метод оцінки техногенного ризику разом з певними перевагами в порівнянні з статистичним і ймовірнісним методом має і кілька суттєвих недоліків: наявність достатньої кількості експертів для репрезентативності оцінки; точність результатів отриманих експертним методом повністю залежить

від компетентності експертів, які були залучені до оцінювання; думки експертів не завжди співпадають, що ускладнює обробку результатів; майже неможливо оцінити можливі наслідки від виникнення аварії тощо.

Окрім методів оцінки техногенного ризику – статистичного, ймовірнісного та експертного слід звернути увагу на індексний метод, який має ряд переваг в порівнянні з перерахованими методами.

Перевагами індексних методів є використання безрозмірних індексних оцінок, що значно спрощує використання таких методів і зменшує складність обчислень [5]. З допомогою індексних методів досить легко порівнювати безпеку різних об'єктів завдяки тому, що всі індексні методи базуються на шкалі безпеки, за якої відбувається віднесення об'єкту до певного рівня безпеки відповідно з отриманими значеннями індексних показників.

Використання індексного підходу дозволяє оцінювати вклад того чи іншого аспекту діяльності підприємства в небезпечний вплив на навколишнє середовище в цілому чи по окремим компонентам природного навколишнього середовища.

Враховуючи все вище сказане доцільно буде застосувати метод індексних безрозмірних оцінок для визначення ризику планової діяльності щодо навколишнього середовища.

2. Особливості визначення ризику техногенного об'єкту при проектуванні

Основними вимогами до вибору критерію прийнятного ризику при проведенні аналізу ризику являється ні його строгість, а обґрунтованість і визначеність [2]. Правильний вибір прийнятного ризику і його міри дозволить зробити і процедуру, і результати аналізу ризику ясними і зрозумілими, що істотно збільшить ефективність управління ризиком. На різних етапах життєвого циклу небезпечного об'єкта можуть визначатися конкретні цілі аналізу ризику.

Давно доведено, що концепція «нульового ризику» не прийнятна. Але яким буде значення того ризику, який визначає «початок відрахування» для техногенного промислового об'єкта. Або, інакше, який рівень ризику впливу на навколишнє природне середовище (безпосередньо в атмосфері, гідросфері, ґрунті і т. ін.) має такий об'єкт при умові нормальної безаварійної експлуатації.

Очевидно, що безпосередньо це значення повинне бути визначене у проекті та забезпечуватися нормальними умовами експлуатації (виконання технологічного регламенту).

Дуже добре знати ймовірність можливих аварійних ситуацій і заздалегідь мати план роботи по їх усуненню і відповідні кошти (якщо використовується система страхування на базі ризиків). Але, з іншого боку, сучасний рівень автоматизації і використання систем автоматизованого керування технологічними процесами і виробництвом значно знижує ризик аварії, але залишається ризик в системі «машина - навколишнє середовище».

Тому є актуальним розробка системи оцінки ризиків впливу на навколишнє природне середовище при

проектуванні і нормальній експлуатації виробництва, тобто прогнозних ризиків, а не тільки ризиків аварійних ситуацій.

Практика сьогодення щодо проведення оцінки впливу техногенного об'єкта на навколишнє середовище – це визначення інтегральних показників, таких як: кратність перевищення показників забруднення атмосфери до нормативного значення [6]; індекс забруднення вод [7]; сумарний показник забруднення ґрунту [8].

За цими показниками визначається екологічна небезпека об'єкта, що проектується, але прогнозний рівень екологічного ризику залишається невизначеним. Слід зауважити, оскільки інтегральні показники частіше адитивні функції, то індексним оцінкам (комплексним показникам) притаманна залежність від вибраних одиниць, про що свідчать дані [6-8], наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Інтервали змін комплексних показників оцінки впливу техногенних об'єктів на навколишнє природне середовище

Комплексний показник (індексна оцінка)	Інтервал зміни
Кратність перевищення показників забруднення атмосфери до нормативного значення	Від 0 до <1 і до >8
Індекс забруднення вод	Від 0 до < 0,2 і до >10,0
Сумарний показник забруднення ґрунту	Від 0 до <16 і до >128

Іншим зручним способом побудови узагальненого критерію є узагальнена функція бажаності Харрінгтона [8]. Функція бажаності зручна тим, що має такі властивості як безперервність, монотонність і гладкість.

В основі побудови цієї узагальненої функції полягає ідея перетворення натуральних значень окремих критеріїв (показників) у безрозмірну шкалу бажаності або переваги. Її призначення – встановлення відповідності суб'єктивних оцінок деяким числовим відміткам єдиної шкали бажаності. Шкала бажаності має інтервал від нуля до одиниці. Перерахунок окремого показника якості у функцію бажаності виконується за відповідними залежностями [9].

3. Зв'язок між індексами і значеннями ризику

Сьогодні оцінка впливу об'єктів господарської діяльності при їх проектуванні здійснюється за індексами щодо кожного компонента навколишнього середовища. Для визначення значення екологічного ризику відповідні статистичні дані практично відсутні.

Перспективним є встановлення зв'язку показників (індексів) із рівнем екологічного ризику, який формується для об'єкта господарської діяльності.

Якщо провести співставлення значення функції бажаності як кількісної оцінки якості компонента навколишнього середовища (відповідно до об'єкта, що проектується) і значення прийнятого рівня небезпеки, то можна отримати відповідність, яка представлена у таблиці 2.

Таблиця 2

Значення функції бажаності, лінгвістичної змінної та рівня ризику

Оцінки на шкалі бажаності (d_i)	Лінгвістична зміна, що характеризує вплив показника на навколишнє природне середовище (baj_i)	Значення рівнів ризиків ($risk_i$)
1,00 – 0,80	Дуже добре	$<10^{-8}$
0,80 – 0,63	Добре	10^{-8}
0,63 – 0,37	Задовільно	10^{-7}
0,37 – 0,20	Погано	10^{-6}
0,20 – 0,00	Дуже погано	$>10^{-6}$

Таким чином, для одного і того ж об'єкта (при інших рівних умовах), існують функціональні залежності (1) і (2):

$$d_i = F(baj_i), \quad (1)$$

$$risk_i = \varphi(baj_i), \quad (2)$$

де d_i – значення функції бажаності; baj_i – лінгвістична змінна, яка якісно характеризує вплив об'єкта господарської діяльності на складову навколишнього природного середовища; $risk_i$ – значення ризику впливу техногенного об'єкта на складову навколишнього природного середовища; i – індекс компонента (складової) навколишнього природного середовища.

Якщо розглядати функцію $\varphi(baj_i)$ як функцію розподілу ризику впливу на компонент навколишнього середовища в залежності від відхилення показників від нормованих значень, то можна очікувати, що існує і функціональна залежність

$$risk_i = \theta(d_i), \quad (3)$$

яка встановлює зв'язок значення ризику змін в складовій навколишнього природного середовища від впровадження техногенного об'єкта і значення функції бажаності, що узагальнює індексні оцінки.

Функціональна залежність встановлювалась методами регресійного аналізу. Найкращий результат отриманий у випадку нелінійної регресії загального вигляду

$$risk_i = a \cdot e^{b \cdot d_i}, \quad (4)$$

де визначені $a = 4,99 \cdot 10^{-6}$, $b = -7,557$.

Оцінка результатів апроксимації здійснювалась за середнім квадратичним відхиленням, максимальне значення якого становить $3,256 \cdot 10^{-8}$.

3. Приклад визначення прогнозного значення ризику для техногенного об'єкта

Розглядалася оцінка впливу на навколишнє природне середовище за складовими (атмосфера, гідросфера, ґрунт) відповідно до існуючих методик та із застосуванням функції бажаності і визначення прогнозного значення ризику змін у навколишньому природному середовищі для об'єкта типу ТЕС. Специфічними забруднювачами для об'єкта по атмосфері є оксид азоту, сірчаний ангідрид та попіл. Показники по гідросфері, які контролюються: водневий показник, біологічна потреба кисню, концентрація розчиненого

кисню, нітрат та нітрит-іонів, СПАВ, нафтопродукти. В ґрунті розрахунки проводились для 20 хімічних елементів, серед яких барій, фосфор, хром, мідь, ванадій та інші. Повні дані представлені у статтях [10-12].

Для визначення функції бажаності застосована наступна залежність:

$$d_i = e^{-(e^{-y_i})}, \quad (5)$$

где y_i - показник, який враховує особливості техногенного об'єкта по i -ому компоненту навколишнього природного середовища і який зв'язаний із узагальнюючим індексом PS_i (для атмосфери, наприклад, кратність перевищення) та значеннями максимального і мінімального значення індексів із всієї сукупності специфічних забруднювачів і визначається по формулі (6):

$$y_i = \frac{2 \cdot PS_i - [\max(P_j) + \min(P_j)]}{[\max(P_j) + \min(P_j)]}, \quad (6)$$

де j - індекс специфічного забруднювача із всієї сукупності по i -ому компоненту навколишнього природного середовища.

Визначення рівня ризику за виразом (4). Отримані дані представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати визначення рівня ризику впливу на навколишнє природне середовище об'єкта типу ТЕС

Складові навколишнього природного середовища	Визначений показник за даними для об'єкта y_i	Значення функції бажаності d_i	Розраховане значення ризику $risk_i$
Атмосфера	0,035	0,355	$3,412 \cdot 10^{-7}$
Гідросфера	-0,758	0,626	$4,406 \cdot 10^{-8}$
Ґрунт	-0,395	0,51	$1,058 \cdot 10^{-7}$

Таким чином, розраховані значення ризику впливу об'єкта на навколишнє природне середовище показують задовільний рівень. Слід зазначити, що за існуючими методиками об'єкт віднесено до помірно небезпечного, це відповідає задовільному рівню за значенням ризику.

Висновки

Використання індексних показників, які відповідають системі нормування, що закладена в діючі методики і впроваджена в практику проектування техногенних об'єктів, в поєднанні з представленим алгоритмом їх перетворення у функцію бажаності і визначення прогнозного рівня ризику впливу на навколишнє природне середовище, надасть можливість аргументовано приймати рішення, щодо впровадження об'єкта господарської діяльності. Такий метод поєднує простоту визначення індексів, обґрунтованість експертних методів і виключає невизначеність статистичних даних.

Література

1. Биченок, М.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні [Текст] / М.М.Биченок, О.М.Трофимчук. – К.: УІНСІР, 2002. – 153 с.
2. Алымов, В.Т. Техногенный риск: Анализ и оценка [Текст] / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. -М.:ИКЦ «Академкнига», 2006.-118с.
3. Гражданкин, А.И. Использование вероятностных оценок при анализе безопасности опасных производственных объектов [Текст] / А.И.Гражданкин, М.В.Лисанов, А.С Печеркин // Безопасность труда в промышленности. – 2001. - №5. - С.33-36.
4. Маршалл В. Основные опасности химических производств [Текст] / Маршалл В. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
5. Статюха, Г.О. Розробка методики оцінки небезпечних видів діяльності промислових підприємств [Текст] / Г.О. Статюха, Т.В. Бойко, В.І. Бендюг В.І. // Екологія і ресурси. – 2003. -№7. – С. 46-55.
6. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) (ДСП-201-97) (Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я N 30 (v0030282-00) від 23.02.2000) [Текст]: Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. N 201
7. Методические рекомендации по комплексной формализованной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям [Текст]: Утв. Госкомгидрометом СССР 21.07.88.
8. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами [Текст]: утверждены МОЗ СССР от 13.04.87 № 4266-87
9. Бойко, Т.В. К вопросу определения рисков при оценке воздействия техногенных объектов на окружающую среду [Текст] / Т.В.Бойко // Восточно-европейский журнал передовых технологий.- 2008.- №4/6 (34): Технология неорганических и органических веществ и экология, С.37-41.
10. К вопросу количественной оценки загрязнения атмосферного воздуха в системе ОВОС [Текст] / Г.А. Статюха, И.Б. Абрамов, Т.В. Бойко, А.А. Ищишина // Восточно-европейский журнал передовых технологий.- 2008.- №1/3(31): Технология неорганических и органических веществ и экология, С.36-39.
11. Статюха, Г.А. К вопросу количественной оценки загрязнения водной среды при проектировании предприятий [Текст] / Г.А. Статюха, Т.В. Бойко Т.В., А.А. Ищишина // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-21: Сб. трудов XXI международ. науч. конф.: в 10 т. Т. 3. Секция 3,4., Саратов, 2008. - С.227-231.
12. Бойко, Т.В. Методологический подход к количественному анализу загрязнений почвы при проектировании предприятий [Текст] / Т.В. Бойко, А.А. Ищишина А.А. // Тезисы доповідей першої науково-практичної конференції з міжнародною участю «Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях».- Черкаси, 2008.- С.126-128